

# 通过超声波作用使油水乳化物破乳的方法及装置

## 技术领域

本发明涉及一种通过超声波作用使油水乳化物破乳的方法及装置。

## 背景技术

在油田开采原油的过程中，通过注入大量的水和表面活性剂或通过机械作用而使原油形成油和水的乳化结构。从地下采出的原油有时含水量高达 90 % 以上。为了把油和水分离，关键是使油水乳化物结构破乳。首先，油田采出的原油要经过沉降脱水工序，脱水效果好坏的关键是使油水乳化物破乳的效果。其次，油田输送至炼油厂的原油有含盐量的指标要求，需要再次注入新鲜水进行一至三级的注水 - 洗盐 - 电场脱水 - 脱盐的电脱盐过程，其中涉及使油水乳化物结构破乳而使油水分离从而脱水的过程，最终达到脱盐的指标要求。

在对原油进行加工的过程中，从油田输送来的原油本身含有水，这种水一般在原油中以乳化方式存在。除此以外，原油进入炼厂第一道加工工序就是一至三级的注水 - 洗盐 - 电场脱水 - 脱盐的电脱盐过程，在该过程中会再次形成新的乳化结构。要达到较好的脱盐效果，关键是破坏这两种类型的油水乳化结构。另外，在炼油厂，对原油罐底沉降下来的罐底污油进行回收的过程中需要破乳脱水，对从原油中通过电脱盐脱除的含盐污水进行回收的过程中需要破乳脱水，汽油、煤油及柴油的电精制过程中需要破乳脱水，润滑油脱氮电精制过程中也需要破乳脱水。

目前，使油水乳化物破乳脱水的方法主要包括下列方式：加热、加高压电场、加破乳剂及它们的复合作用。但随着原油品质的变差，用这些方法处理复杂的乳化稳定的油水乳化物的效果不

够好，已经无法满足生产需要。超声波作为一种能量，能够在可流动的油水乳化物中传播，并且对油和盐水两种不同的介质产生相对位移作用，因此，出现了利用超声波辅助其他脱盐和脱水过程的方法，用于满足生产的需要。

1998年11月4日公开的公告号为CN2296230Y的实用新型专利公开了一种通过超声波作用使油水乳化物破乳的技术，其中，超声波探头的安装方向与超声波作用区轴线方向垂直，使得超声波作用的方向与油水乳化物的流动方向垂直，因此，油水乳化物在超声波作用区的停留时间短，而且，当超声波作用区为圆管时，由于圆管的内弧面会使得超声波经反射而聚焦，因此容易产生局部过大的声强，使得超声波作用区中的超声波强度不均匀，反而容易引起油水的乳化。

1999年申请的美国发明专利U.S.P5,885,424公开了一种超声波作用区结构，其中，超声波探头安装在一个扁平的矩形盒子上，因此，超声波作用区是一矩形区域，探头安装在管道的上外表面或下外表面。采用这种结构，通过矩形盒子的外表面，适当增大了超声波的作用面积，使超声波的作用时间有所延长，但由于超声波作用方向与油水乳化物流动方向垂直，超声波作用时间仍然比较短，作用效果不明显，没有工业应用价值。到目前为止，还没有应用到工业连续生产工艺上的成功技术。

#### 发明内容

本发明的目的是针对现有技术中的上述缺陷，提出一种通过超声波作用使油水乳化物破乳的方法及装置，以便能够解决上述现有技术中所存在的超声波容易聚焦而不均匀、作用区域面积小或作用时间短的问题，从而增强使油水乳化物破乳的效果，实现通过超声波作用使油水乳化物破乳的工业应用。

为此，本发明提供了一种通过超声波作用使油水乳化物破乳

的方法，其中包括使油水乳化物沿一流动方向流经至少一个超声波作用区的步骤，其特征在于：在超声波作用区内，通过至少一个设置在超声波作用区的上游端的第一超声波探头而产生与油水乳化物流动方向同向的顺流超声波，同时，通过至少一个设置在超声波作用区的下游端的第二超声波探头而产生与油水乳化物流动方向反向的逆流超声波，顺流超声波和逆流超声波同时作用于流经超声波作用区的油水乳化物，从而使油水乳化物破乳。

其中，还可进一步采取下列优选方式：油水乳化物流经超声波作用区的所述流动方向可与超声波作用区的中轴线方向一致；顺流超声波和逆流超声波最好以均匀的声强在超声波作用区内传播，逆流超声波的声强不小于顺流超声波的声强。优选是，逆流超声波的声强不大于  $0.8\text{W}/\text{cm}^2$ ，最好是不大于  $0.5\text{W}/\text{cm}^2$ 。

本发明还提供了一种用于实施上述方法的破乳装置，该破乳装置包括至少一个用于使油水乳化物在其中流过的超声波作用区，其中，在超声波作用区的上游端安装有至少一个第一超声波探头，用于产生与油水乳化物流动方向同向的顺流超声波，在超声波作用区的下游端安装有至少一个第二超声波探头，用于产生与油水乳化物流动方向反向的逆流超声波，一超声波发生器通过超声波功率线而与第一和第二超声波探头相连，从而可驱动第一和第二超声波探头产生顺流超声波和逆流超声波。

其中，超声波作用区可为管道式结构并与生产处理线上的其它油水乳化物管道相连接，其中，该超声波作用区可为具有恒定直径的管道式结构，也可采取变径的管道式结构。

由此可见，本发明实质上提供了一种通过顺流和逆流超声波联合作用而使油水乳化物破乳的方法及装置，其中，由顺流超声波和逆流超声波联合作用于油水乳化物，且超声波的作用方向与油水乳化物的流动方向基本平行，从而大大延长了油水乳化物受

到超声波作用的时间，从而能够使油水乳化物充分破乳。

#### 附图说明

图 1 是本发明的一种实施例的示意图；

图 2 是本发明的第二实施例的示意图；

图 3 是利用本发明的方法对原油中的油水乳化物进行超声波破乳 - 电脱盐脱水的工艺流程图。

图 4 是利用本发明的方法对高含水原油或高含水污油进行超声波破乳 - 沉降脱水的工艺流程图。

图 5 是利用本发明的方法对馏分油进行超声波破乳 - 电精制脱水的工艺流程图。

#### 具体实施方式

参看图 1，本发明提供了一种通过超声波作用使油水乳化物破乳的方法，其中包括使油水乳化物沿一流动方向 7 流经至少一个超声波作用区 6 的步骤，其特征在于：在超声波作用区 6 内，通过至少一个设置在超声波作用区 6 的上游端 61 处的第一超声波探头 2 而产生与所述油水乳化物流动方向 7 同向的顺流超声波 3，同时，通过至少一个设置在所述超声波作用区 6 的下游端 62 处的第二超声波探头 4 而产生与所述油水乳化物流动方向 7 反向的逆流超声波 5，所述顺流超声波 3 和逆流超声波 5 同时作用于流经所述超声波作用区 6 的油水乳化物，从而使所述油水乳化物破乳。

在图 1 所示实施例中，超声波作用区 6 的中轴线方向与油水乳化物流经超声波作用区 6 的所述流动方向 7 一致。顺流超声波 3 和逆流超声波 5 以均匀的声强在超声波作用区 6 内传播，其中，优选是，逆流超声波 5 的声强可选择一般不大于  $0.8 \text{W/cm}^2$ ，最好是不大于  $0.5 \text{W/cm}^2$ 。逆流超声波 5 的声强可选择一般不小于顺流超声波 3 的声强，这样有利于油水乳化物破乳，反之可能造成油水乳化，不利于油水的脱盐脱水。

参看图 1，本发明所提供的用于实施上述方法的破乳装置包括至少一个用于使油水乳化物在其中流过的超声波作用区 6，在超声波作用区 6 的上游端 61 处安装有至少一个第一超声波探头 2，用于产生与油水乳化物流动方向 7 同向的顺流超声波 3，在超声波作用区 6 的下游端 62 处安装有至少一个第二超声波探头 4，用于产生与油水乳化物流动方向 7 反向的逆流超声波 5，一超声波发生器 1 通过超声波功率线而与第一超声波探头 2 和第二超声波探头 4 相连，从而可驱动所述第一和第二超声波探头产生顺流超声波 3 和逆流超声波 5。

在本实施例中，超声波作用区 6 为管道式结构并可与生产处理线上的其它油水乳化物管道相连接。在图 1 所示实施例中，超声波作用区 6 为具有恒定直径的管道式结构。超声波作用区 6 也可以是具有变化的直径的管道式结构。例如，在图 2 所示实施例中采用的是一种变径式管道结构，其两端部分的直径较大、而中间部分的直径较小。也可采用两端直径较小而中间直径较大的变径式管道结构，当然还可以采用一端直径大而另一端直径小的变径式管道结构等各种在现有技术中通常采用的结构形式。管道的截面可以是各种形状，如圆形、方形等。超声波作用区 6 与油水管线可以通过焊接或法兰等现有技术中的多种连接方式进行连接。

超声波发生器 1 供给第一超声波探头 2 和第二超声波探头 4 功率能量而使其分别产生相应的基本与流动方向 7 平行的超声波，这可通过现有技术中已知的多种方式和结构来实现。图 1 中，第一超声波探头 2 和第二超声波探头 4 的安装方向要求其所产生的顺流超声波 3 和逆流超声波 5 的方向与油水乳化物的流动方向 7 基本平行，流动方向 7 与超声波作用区 6 管道的中轴线方向基本平行。

在逆流和顺流超声波联合作用下，由管道中输入的通过超声波作用区 6 的油水乳化物能够很好地破乳，破乳后的油水混合物在电场作用下沉降分离而脱水。

分别与油水乳化物流动方向 7 同向和反向的顺流超声波 3 和逆流超声波 5 相互联合对油水乳化物发生作用。因超声波作用区 6 为管道式结构，因而在超声波辐射的方向上，超声波作用区的反射面无曲面结构，防止了产生超声波的聚焦和叠加，防止导致油水乳化。这种超声波作用区能够在油水乳化物流动的管道中产生长时间作用的均匀声强的超声波，达到较好的脱盐脱水效果。

一般情况下，超声波的频率选择对油水脱盐脱水的效果影响不大，频率较高，超声波容易衰减。因此一般采用 0.1 - 50KHz 的超声波比较适宜。根据不同的生产情况，为了延长流动状态下的原油的超声波作用时间，可以设置两个以上的超声波作用区串联或并联，用来满足不同的生产要求。

与现有技术相比，根据本发明的方法或装置，提供了一种能够产生均匀声强的超声波作用区，该超声波作用区能够延长超声波作用时间。超声波作用区的轴线方向与油水的流动方向一致，超声波向管道的远端传播，不产生叠加和聚焦，延长了超声波的作用时间，产生均匀声强的超声波，破坏油水乳化结构，提高了脱水效果。经工业试验表明，与单纯的电脱盐方法相比，通过这种油水超声波 - 电脱盐的方法，油水脱盐后含盐可由 5-10mg/l 降低到 1-4mg/l。脱后原油含水由原来的 0.4-0.8% 降低到 0.1-0.4%。用本发明的方法和装置处理高含水污油或高含水原油，排水含油可降低约 50% 以上。

本发明可用于炼厂原油加工过程中，即原油电脱盐脱水工艺中、汽油电精制脱水工艺中、煤油电精制脱水工艺中、柴油电精制脱水工艺中、润滑油脱氮电精制脱水工艺中、电脱盐含盐污水

含油的回收脱水工艺中、原油罐底污油的原油回收脱水工艺中，本发明也可用于油田原油开采中含水原油的沉降脱水工艺、油田原油电脱盐脱水工艺。

图3是利用本发明的方法对原油中的油水乳化物进行超声波破乳-电脱盐脱水的工艺流程图。

如图3所示，炼厂或油田的原油通过超声波作用装置8（其中包含了超声波作用区6和第一及第二超声波探头2、4）后，油水乳化结构破乳，然后，进入电脱盐罐9，在高压电场的作用下进行脱盐脱水，通过沉降分离，原油从电脱盐罐9上部流出，水从下部流出，达到最佳的脱盐脱水效果。

(1)下面列出了在某炼厂电脱盐装置上应用本发明方法进行工业试验的脱盐脱水效果。

(a) 试验前未采用本发明的工业生产情况

试验时间	原油脱盐脱水后含盐	原油脱盐脱水后含水
2003年6月10日	5mg/l	0.4%
2003年6月11日	6mg/l	0.4%
2003年6月13日	10mg/l	0.7%
2003年6月20日	5mg/l	0.5%
2003年6月21日	7mg/l	0.4%
2003年7月22日	5mg/l	0.5%
2003年6月23日	7mg/l	0.4%
2003年7月1日	10mg/l	0.8%

(b)采用本发明的工业试验结果

试验时间	原油脱盐脱水后含盐	原油脱盐脱水后含水

2003 年 6 月 13 日	1.6 mg/l	0.2%
2003 年 6 月 14 日	2.6mg/l	0.3%
2003 年 6 月 15 日	2.5mg/l	0.1%
2003 年 6 月 16 日	2.7mg/l	0.2%
2003 年 7 月 2 日	2.8mg/l	0.2%
2003 年 7 月 3 日	3.2mg/l	0.3%
2003 年 7 月 4 日	4.0mg/l	0.2%
2003 年 7 月 5 日	1.8mg/l	0.1%
2003 年 7 月 15 日	2.5mg/l	0.3%
2003 年 7 月 16 日	2.7mg/l	0.2%

比较(a)组与(b)组数据，可以看出，本发明的方法及装置应用于电脱盐脱水中，可以降低原油脱后含盐约 50%，原油脱后含水约降低 50%。

(2) 在某炼厂电脱盐装置上应用本发明方法，明显增大了电脱盐电压，降低了电脱盐电流，节省了电脱盐的电功率消耗。

在不改变其它生产条件的情况下，在一级电脱盐过程中进行本发明方法及装置的工业应用试验，一级电脱盐注水 5%，不改变二级电脱盐单纯的电脱盐操作，二级电脱盐注水只有 3%。一般地，原油乳化较严重时，一级电脱盐比二级电脱盐的电压较低，电流较高。在试验期间，二级电脱盐的电压较低，电流较高。

通过以下一些数据显示工业试验期间的一些有益效果：

试验时间	采用本发明的		未采用本发明的	
	一级电脱盐	二级电脱盐	一级电脱盐	二级电脱盐
2003 年 6 月 13 日 9:00	电压 v 348 360 350		348 364 354	

	电流 I	189 249 230	249 268 252
2003 年 6 月 14 日 9:00	电压 v	367 367 363	239 65 258
	电流 I	163 228 185	358 528 375
2003 年 6 月 15 日 9:00	电压 v	344 355 354	154 58 224
	电流 I	197 255 233	384 530 419
2003 年 6 月 16 日 9:00	电压 v	340 328 344	27 29 30
	电流 I	207 291 229	445 529 446
2003 年 7 月 2 日 9:00	电压 v	301 322 307	285 280 285
	电流 I	283 317 296	328 387 327
2003 年 7 月 3 日 9:00	电压 v	337 354 336	324 342 327
	电流 I	253 275 262	282 303 284
2003 年 7 月 4 日 9:00	电压 v	373 384 365	363 375 366
	电流 I	193 215 203	216 231 222

比较试验期间采用本发明的一级电脱盐与不采用本发明的二级电脱盐的电压和电流指示值比较可以看出，本发明的超声波作用对降低电脱盐电流、增大电脱盐电压具有作用。一般的，降低电脱盐电流就能降低电脱盐电耗。

图 4 是利用本发明的方法对高含水原油或高含水污油进行超声波破乳 - 沉降脱水的工艺流程图。

如图 4 所示，在沉降罐 10 中的原油罐底污油、高含水污油、原油电脱盐后排出的高含油污水以及油田从井下采出高含水原油，乳化物含水高达 5% 以上，有的甚至高达 90% 以上，这种高含水油水乳化物，通过超声波作用区装置 8 后，油水乳化结构破乳，然后，再循环进入污油沉降罐 10 中进行重力作用下沉降脱水，罐底排水后，回收原油和污油。

以下列出了采用本发明的方法和装置后，电脱盐脱后含盐污

水含油的回收中产生的效果。

**(1)沉降含盐污水含油回收时的排水含油情况:**

2003 年 7 月 1 日	7 %
2003 年 7 月 6 日	10%
2003 年 7 月 7 日	9%
2003 年 7 月 8 日	10%
2003 年 7 月 9 日	10%

**(2)应用于本发明方法及装置，含盐污水含油回收时的排水含油试验情况:**

2003 年 7 月 2 日	3.5 %
2003 年 7 月 3 日	4%
2003 年 7 月 4 日	4%
2003 年 7 月 5 日	4%

比较(1)组与(2)组的数据，可以看出，本发明的方法及装置应用于罐式沉降脱水中，可以降低排水含油 50%以上。

图 5 是利用本发明的方法对馏分油进行超声波破乳 - 电精制脱水的工艺流程图。

图 5 所示，在馏分油电精制中，应用本发明的方法及装置的流程的实施方案，可应用于汽油电精制破乳脱水工艺、煤油电精制破乳脱水工艺、柴油电精制破乳脱水工艺以及润滑油脱氮电精制的破乳脱水中。图 5 中示出，前述各馏分油通过超声波作用区装置 8 后，油水乳化结构破乳，然后，进入电精制罐 11 中在高压电场作用下继续脱水、沉降、排水。

下面对采用本发明的方法通过顺流和逆流超声波的联合作用所产生的破乳效果与通过单向的顺流超声波或逆流超声波所产生的破乳效果进行实验比较：

以图 3 所示对原油进行超声波 - 电脱盐的技术方案为例，关

闭第一超声波探头 2 或第二超声波探头 4 就可以进行单方向超声波作用的试验。与单逆流或单顺流的技术方案相比，顺流和逆流联合作用能够较好地使油水乳化物破乳，能够较好地降低原油脱后含盐，能够较好地降低脱后原油含水，而且能够较好地降低脱后污水中含油。

(1) 频率 20KHz，顺流 - 逆流联合、单逆流、单顺流超声波 - 电脱盐装置脱盐效果的比较结果如下：

声强	顺流 - 逆流联合	单逆流	单顺流
0.5 W/cm <sup>2</sup>	1.2mg/l	3.5mg/l	4.5mg/l
0.4 W/cm <sup>2</sup>	1.5mg/l	4.0mg/l	5.0mg/l
0.3 W/cm <sup>2</sup>	2.1 mg/l	4.4mg/l	5.1mg/l
0.2 W/cm <sup>2</sup>	2.8 mg/l	4.7mg/l	5.6mg/l
0.1 W/cm <sup>2</sup>	3.1 mg/l	5.6mg/l	6.2mg/l

不施加超声波作用时,对原油电脱盐后, 含盐约 8mg/l。

在同一超声波声强下试验，实施顺流和逆流联合作用的本发明的方法及其装置，与单逆流或单顺流相比，原油电脱盐脱后含盐降低约 50%。顺流和逆流超声波联合作用的超声波 - 电脱盐联合装置，原油脱盐后含盐明显比单顺流或单逆流低。

(2) 频率 20KHz，顺流 - 逆流联合、单逆流、单顺流超声波 - 电脱盐装置脱水效果的比较结果如下：

声强	顺流 - 逆流联合	单逆流	单顺流
0.5 W/cm <sup>2</sup>	0.18 %	0.32 %	0.45 %
0.4 W/cm <sup>2</sup>	0.19 %	0.41 %	0.48 %
0.3 W/cm <sup>2</sup>	0.22 %	0.43 %	0.51 %

0.2 W/cm <sup>2</sup>	0.25 %	0.46 %	0.58 %
0.1 W/cm <sup>2</sup>	0.30 %	0.59 %	0.66 %

不施加超声波作用时,对原油进行电脱盐后含水约 0.8 %。

由此可见，在同一超声波声强下试验，采用顺流和逆流超声波联合作用的本发明的方法及其装置与单逆流或单顺流超声波相比，对原油电脱盐后含水降低约 40-60 %。在采用顺流和逆流超声波联合作用的超声波 - 电脱盐联合装置的情况下，原油脱水后含水量明显比单顺流或单逆流低，脱水效果好。

(3) 频率 20KHz, 顺流 - 逆流联合、单逆流、单顺流超声波 - 电脱盐装置脱盐后污水含油情况比较结果如下：

本发明的顺流 - 逆流超声波联合作用的方法及装置的实施效果与单纯的电脱盐相比，能够使原油脱盐后的污水含油降低约 50 %。

单逆流超声波 - 电脱盐联合装置的实施效果与单纯的电脱盐相比，原油脱盐后的污水含油量相当。

单顺流超声波 - 电脱盐联合装置的实施效果与单纯的电脱盐相比，原油脱盐后的污水含油量反而上升约 40 %，造成一定程度的油水乳化。

由此可见，本发明的顺流 - 逆流超声波联合作用的方法及装置的实施效果与单逆流、单顺流超声波 - 电脱盐装置相比，能够显著降低脱盐后污水的含油量。

## 权 利 要 求

1. 一种通过超声波作用使油水乳化物破乳的方法，其中包括使油水乳化物沿一流动方向流经至少一个超声波作用区的步骤，其特征在于：在所述超声波作用区内，通过至少一个设置在所述超声波作用区的上游端的第一超声波探头而产生与所述油水乳化物流动方向同向的顺流超声波，同时，通过至少一个设置在所述超声波作用区的下游端的第二超声波探头而产生与所述油水乳化物流动方向反向的逆流超声波，所述顺流超声波和逆流超声波同时作用于流经所述超声波作用区的油水乳化物，从而使所述油水乳化物破乳。
2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述超声波作用区的中轴线方向与所述油水乳化物流经所述超声波作用区的所述流动方向一致。
3. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述顺流超声波和逆流超声波以均匀的声强在所述超声波作用区内传播，所述逆流超声波的声强不小于所述顺流超声波的声强。
4. 根据权利要求 1 至 3 之一所述的方法，其特征在于，所述逆流超声波的声强不大于  $0.8\text{W}/\text{cm}^2$ 。
5. 根据权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述逆流超声波的声强不大于  $0.5\text{W}/\text{cm}^2$ 。
6. 一种用于实施如权利要求 1 所述的方法的破乳装置，该破乳装置包括至少一个用于使油水乳化物在其中流过的超声波作用区，其特征在于，在所述超声波作用区的上游端安装有至少一个第一超声波探头，用于产生与所述油水乳化物流动方向同向的顺流超声波，在所述超声波作用区的下游端安装有至少一个第二超声波探头，用于产生与所述油水乳化物流动方向反向的逆流超声

波，一超声波发生器通过超声波功率线而与所述第一和第二超声波探头相连，从而可驱动所述第一和第二超声波探头产生所述顺流超声波和逆流超声波。

7. 根据权利要求 6 所述的破乳装置，其特征在于，所述超声波作用区为管道式结构并与生产处理线上的其它油水乳化物管道相连接。

8. 根据权利要求 7 所述的破乳装置，其特征在于，所述超声波作用区为具有恒定直径的管道式结构。

9. 根据权利要求 7 所述的破乳装置，其特征在于，所述超声波作用区为具有变化的直径的管道式结构。